

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While having two inlet valves and two exhaust valves in the PENTO roof mold combustion chamber cut in the cylinder head It is arranged at an inlet-valve side with the posture into which the fuel injection valve which has an ignition plug in the center of cylinder abbreviation, and injects a direct fuel in a cylinder pointed to the center of cylinder abbreviation. In the direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine which realizes stratification combustion by performing fuel injection into a compression stroke where a tumble flow component is given in a cylinder While cutting the ball which makes the cylinder side or the spherical surface prolonged in the center section of the piston crestal plane along with the piston diameter line which intersects perpendicularly with a fuel-spray axis The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine characterized by forming in the range from the inlet-valve side of a piston crestal plane to a piston center section the crevice dented still more deeply than the above-mentioned ball so that it may show the fuel spray injected near the compression top dead center to an ignition plug side.

[Claim 2] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 1 characterized by being set up so that the combustion chamber height from the pars basilaris ossis occipitalis of the ball in the piston location of about 30 - 10 degrees to the PENTO roof crowning of the cylinder head may serve as the abbreviation 1/2 for the ball width of face from the inlet-valve side rising wood of the above-mentioned ball to exhaust valve side rising wood in front of a compression top dead center by whenever [crank angle] .

[Claim 3] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 2 with which the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis is characterized by the thing of the above-mentioned combustion chamber height for which about 1/is set as 4.

[Claim 4] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 1 to 3 characterized by preparing the induction which is in the attachment inclination of the above-mentioned fuel injection valve, abbreviation, etc. by turning on the inlet-valve side of the above-mentioned crevice, and inclines at an include angle.

[Claim 5] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine

according to claim 1 to 4 characterized by preparing the interior of a proposal which curves from the pars basilaris ossis occipitalis of this crevice smoothly towards an ignition plug to the piston center-section side of the above-mentioned crevice so that the fuel spray introduced in the above-mentioned crevice may point to an ignition plug.

[Claim 6] The above-mentioned interior of a proposal is a direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 5 characterized by being formed in the shape of [which makes a radius the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis] the abbreviation spherical surface.

[Claim 7] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 5 or 6 characterized by setting the exhaust valve side edge section inside the above-mentioned proposal to an inlet-valve side rather than a piston center section.

[Claim 8] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 5 characterized by setting up more greatly than the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis the radius of curvature inside the above-mentioned proposal.

[Claim 9] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 5 or 6 characterized by setting the exhaust valve side edge section inside the above-mentioned proposal to an exhaust valve side rather than a piston center section.

[Claim 10] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine according to claim 5 characterized by setting up smaller than the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis the radius of curvature inside the above-mentioned proposal.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the amelioration of a direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine represented by the four-cycle mold gasoline engine for automobiles.

[0002]

[Description of the Prior Art] The direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine which injects a direct fuel, forms an enriched mixture comparatively near the ignition plug in a cylinder, and realizes stratification combustion by the fuel injection valve from the former is known.

[0003] For example, in the direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine indicated by JP,9-317479,A, using the tumble flow of the reverse sense generated in a cylinder, and the ball cut in a piston crestal plane, an enriched mixture is comparatively formed near the ignition plug, and stratification combustion is realized.

[0004] Moreover, in the direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine indicated by JP,9-144543,A, stratification combustion is realized using the tumble

flow generated in a cylinder, and the ball cut in the form where it inclined toward the inlet-valve side from the core of a piston crestal plane.

[0005] Furthermore, with the direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine indicated by JP,10-54246,A, while using the swirl style generated in a cylinder, stratification combustion is realized by pointing to an ignition plug from the fuel injection valve which made the nozzle hole face near a cylinder periphery, and injecting a fuel.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however -- even if the stratification combustion stabilized in the operating range (engine rotational speed, load region) of the limited range in such a conventional direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine is realizable -- gaseous mixture -- it is relation, such as control and a piston configuration, and it is difficult to realize stratification combustion in a far-reaching rotational speed and a far-reaching load region.

[0007] Moreover, as a characteristic trouble of the direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine which realizes stratification combustion, when performing homogeneity combustion at the time of a heavy load etc. especially, it is easy to cause generating of inflammable aggravation, unburnt hydrocarbon (HC), and a smoke, aggravation of fuel consumption, etc. from a fuel tending to adhere to a piston crestal plane, a cylinder wall, etc.

[0008] Furthermore, like above-mentioned JP,9-317479,A, when the tumble flow of the reverse sense is used, gaseous mixture will be carried to an exhaust valve side over an ignition plug, and a technical problem remains in the stability of the stratification combustion in a depleted zone.

[0009] Moreover, since a tumble flow is stabilized as an inhalation-of-air line, and it is hard to generate it at an anaphase and a tumble flow is hard to be saved in a compression stroke like JP,9-144543,A when the ball is inclined and prepared in the inlet-valve side, in a compression stroke anaphase, transportation near the ignition plug of the gaseous mixture by the tumble flow is not performed stably, but anxiety remains in the stability of the stratification combustion in a depleted zone too.

[0010] Moreover, like JP,10-54246,A, when a swirl style is used, it is very difficult to realize in a far-reaching rotational speed in making gaseous mixture reach the Struddelpunkt near the ignition plug (i.e., a swirl style), and stopping stably there from the fuel injection valve prepared near the cylinder periphery, and a load region.

[0011] As this reason, since an air content and the rate of flow increase absolutely in a high rotation region, in addition to maintenance of a swirl component being difficult, the following two points are mentioned.

[0012] If the high swirl style periphery section of the rate of flow is primarily overcome by the strong accomplishment force to the 1st and the rate of flow of a swirl arrives at the center section of the low combustion chamber, implementation of the fuel spray which stagnates rapidly is difficult.

[0013] When the item of an injection valve, the injection direction, and a flow are set up so that the fuel spray may overcome a swirl style to the 2nd and may reach it to near the ignition plug at the time of a heavy load with the strong (there is much injection quantity) spraying accomplishment force, at the time of a light load with the weak (there is little injection quantity) spraying accomplishment force, in order to stop the fuel spray in the center of a combustion chamber, a flow will be weakened, and a colander will not be obtained, consequently combustion stability will fall.

[0014] In engine rotational speed and a load region are a thing and far-reaching [are made in view of the technical problem of such a conventional technique, and], this invention forms an enriched mixture stably near the ignition plug comparatively, realizes good stratification combustion, and aims at aiming at expansion of a fuel consumption improvement effect.

[0015] Moreover, this invention is attaining optimization of the configuration of a piston crestal plane, a dimension, etc., especially, controls combustion aggravation of the homogeneity combustion in the time of engine heavy load operation, and aims at raising an engine output while it controls and has fuel adhesion in a piston crestal plane, a cylinder wall, etc. and aims at improvement in performance, the exhaust air engine performance, smoked discharging efficiency, etc.

[0016]

[Means for Solving the Problem] Then, while invention of claim 1 has two inlet valves and two exhaust valves in the PENTO roof mold combustion chamber cut in the cylinder head It is arranged at an inlet-valve side with the posture into which the fuel injection valve which has an ignition plug in the center of cylinder abbreviation, and injects a direct fuel in a cylinder pointed to the center of cylinder abbreviation. In the direct injection jump-spark-ignition type internal combustion engine which realizes stratification combustion by performing fuel injection into a compression stroke where a tumble flow component is given in a cylinder While cutting the ball which makes the cylinder side or the spherical surface prolonged in the center section of the piston crestal plane along with the piston diameter line which intersects perpendicularly with a fuel-spray axis It is characterized by forming in the range from the inlet-valve side of a piston crestal plane to a piston center section the crevice dented still more deeply than the above-mentioned ball so that it may show the fuel spray injected near the compression top dead center to an ignition plug side.

[0017] The fuel spray is injected by whenever [crank angle] by the above-mentioned configuration, for example among about $40 \cdot 10$ degrees in front of a compression stroke top dead center at the time of an engine's pole light load. Since the crevice is formed in the crowning of a piston here, while going on good to an ignition plug side in the form guided in a crevice, without the fuel spray interfering with the piston periphery section, it is evaporated by the tumble flow which remains in the exhaust valve side of a combustion chamber, and a good combustible gas mixture can be formed near the ignition plug. Consequently, in a thin operating range at the time of a pole light load, the stable

stratification combustion is realizable.

[0018] Moreover, the fuel spray is injected by whenever [crank angle], for example among about 70 - 30 degrees in front of a compression stroke top dead center at the time of an engine's ** and inside load. In this case, a good combustible gas mixture is formed near the ignition plug of the tumble flow which remains in the exhaust valve side of a combustion chamber, and stable stratification combustion can be realized by it.

[0019] Furthermore, it is carried out by the big tumble flow to which an inhalation-of-air line is injected in inside at the time of an engine heavy load, and the fuel spray circles in the whole combustion chamber to it by stabilizing the homogeneity combustion which forms homogeneous gaseous mixture in the whole combustion chamber. Under the present circumstances, since combustion spraying which goes to an exhaust valve side is suitably deflected by the tumble flow to a piston side (lower part side), adhesion in the cylinder wall of a fuel is controlled effectively.

[0020] Thus, according to this invention, while good homogeneity combustion is realizable, in a far-reaching operating range (engine rotational speed, load region) and the field to which fuel injection is more specifically performed by whenever [crank angle] in [in front of a compression top dead center] about 70 - 10 degrees, good stratification combustion can be realized, as a result expansion of the fuel consumption improvement effect by stratification combustion operation can be aimed at.

[0021] Like invention of claim 2, it is more specifically set up so that the combustion chamber height from the pars basilaris ossis occipitalis of the ball in the piston location of about 30 - 10 degrees to the PENTO roof crowning of the cylinder head may serve as the abbreviation 1/2 for the ball width of face from the inlet-valve side rising wood of the above-mentioned ball to exhaust valve side rising wood in front of a compression top dead center by whenever [crank angle].

[0022] furthermore -- desirable -- invention of claim 3 -- like -- the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis -- about [of the above-mentioned combustion chamber height] -- it is set as one fourth.

[0023] While fuel adhesion in a piston crestal plane, a cylinder wall, etc. is controlled and aiming at improvement in performance, the exhaust air engine performance, smoked discharging efficiency, etc. by optimizing the ball of a piston crestal plane, the configuration of a crevice, and a dimension like claim 2 and invention of three, especially, combustion aggravation of the homogeneity combustion in the time of engine heavy load operation can be controlled, and improvement in an engine output can be aimed at.

[0024] Moreover, invention of claim 4 is characterized by preparing the induction which is in the attachment inclination of the above-mentioned fuel injection valve, abbreviation, etc. by turning on the inlet-valve side of the above-mentioned crevice, and inclines at an include angle.

[0025] By preparing such induction, it can introduce to a piston center-section side smoothly, without making the fuel spray interfere in a piston periphery like [at the time of an engine's pole light load], when a fuel is injected near a compression top dead center.

[0026] Invention of claim 5 is characterized by preparing the interior of a proposal which curves from the pars basilaris ossis occipitalis of this crevice smoothly towards an ignition plug to the piston center-section side of the above-mentioned crevice so that the fuel spray introduced in the above-mentioned crevice may point to an ignition plug.

[0027] By preparing such the interior of a proposal, the fuel spray introduced into the crevice comes to be carried to an ignition plug side good, and stratification combustion stabilized further can be realized.

[0028] The above-mentioned interior of a proposal is formed like invention of claim 6 in the shape of [which makes a radius the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis] the abbreviation spherical surface.

[0029] Moreover, invention of claim 7 is characterized by setting the exhaust valve side edge section inside the above-mentioned proposal to an inlet-valve side rather than a piston center section.

[0030] Invention of claim 8 is characterized by setting up more greatly than the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis the radius of curvature inside the above-mentioned proposal.

[0031] According to invention of claims 7 and 8, the surface area/volume ratio of the whole combustion chamber can be reduced still more effectively, and the homogeneity combustion especially in a heavy load region will become still better.

[0032] Invention of claim 9 is characterized by setting the exhaust valve side edge section inside the above-mentioned proposal to an exhaust valve side rather than a piston center section.

[0033] Invention of claim 10 is characterized by setting up smaller than the depth of the crevice from the above-mentioned ball pars basilaris ossis occipitalis the radius of curvature inside the above-mentioned proposal.

[0034] According to invention of claims 9 and 10, the rate of the gaseous mixture which stops in a crevice especially at the time of a light load can be increased, the distribution to the whole combustion chamber of gaseous mixture can be controlled, and stratification combustion stabilized further can be realized.

[0035]

[Effect of the Invention] Thus, according to this invention, it is stably supplied near the ignition plug, without the fuel spray interfering in a piston periphery by it, when fuel injection is performed in about 40 - 10 degrees by the crevice established in the piston crestal plane in front of a compression top dead center for example, by whenever [crank angle]. Therefore, in a far-reaching engine rotational speed and a far-reaching load region, an enriched mixture can be comparatively formed stably near the ignition plug, good stratification combustion can be realized, and expansion of a fuel consumption improvement effect can be aimed at.

[0036] Moreover, by optimizing the configuration of the ball formed in a piston crestal plane, or a crevice, and a dimension, while controlling and having a fuel adhering to a piston crestal plane, a cylinder wall, etc. and aiming at improvement in performance, the

exhaust air engine performance, smoked discharging efficiency, etc., especially, combustion aggravation of the homogeneity combustion in the time of engine heavy load operation can be controlled, and improvement in an engine output can be aimed at.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of the operation which applied this invention to the gasoline engine for automobiles of the four-cycle mold which is a jump-spark-ignition type internal combustion engine is explained to a detail with reference to a drawing.

[0038] Drawing 1 -5 show the 1st example of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder concerning this invention. Two or more cylinders 3 are arranged at the serial, and the cylinder head 2 is being fixed to the cylinder block 1 so that the top face may be covered. In a cylinder 3, the piston 4 has fitted in possible [sliding]. Moreover, the inferior surface of tongue of the cylinder head 2 which faced the combustion chamber in a cylinder 3 is constituted by the so-called PENTO roof mold, the inlet valve 5 of a pair is arranged in the inclined plane of one of these, and the exhaust valve 6 of a pair is arranged in the inclined plane of another side, respectively. And the ignition plug 7 is arranged in the abbreviation center position of the cylinder 3 surrounded with the inlet valve 5 of these pairs, and the exhaust valve 6 of a pair.

[0039] in addition, the sign P of drawing 1 -- the medial-axis line of a piston 4 (and cylinder 3) -- being shown -- **** -- this piston medial-axis line P -- the ignition plug 7 is mostly arranged on the line. Moreover, the sign L of drawing 3 shows the piston diameter line which intersects perpendicularly with a fuel-spray axis, and the engine center line which in other words met in the direction of a gas column train, the inlet valve 5 of a pair is located in a line along with this piston diameter line L, and the exhaust valve 6 of a pair is similarly located in a line.

[0040] Moreover, while the suction port 8 of the pair corresponding to each inlet valve 5 carries out mutually-independent and is formed, the exhaust air port 9 of a pair is formed in the cylinder head 2 corresponding to each exhaust valve 6. The suction port 8 is set up so that tumble flow T of the direction of clockwise may be generated to a combustion chamber in drawing 5 .

[0041] The electromagnetic fuel injection valve 10 which makes approximate circle tubed is arranged at the cylinder head 2 inferior-surface-of-tongue section of the cylinder 3 side-attachment-wall approach by the side of an inlet valve 5, and is attached with the posture with which the medial axis went to the slanting lower part. Especially the fuel injection valve 10 is arranged between two inlet valves 5.

[0042] While the inclined plane 11 which goes to an inlet-valve 5 side, and the inclined plane 12 which goes to an exhaust valve 6 side are formed, the big ball 13 which occupies most piston 4 crestal planes is cut in the crestal plane of a piston 4. Along with nothing and the piston diameter line L, extended formation of this ball 13 is carried out in the smooth cylinder curved surface with the axial center alignment which meets the piston diameter line L.

[0043] In addition, as shown in drawing 3 , while the piston criteria horizontal plane 14 is formed in the both ends by the side of ** and an exhaust valve at the periphery section of piston 4 crestal plane, the piston criteria horizontal plane 15 is formed in the both ends of the direction of piston diameter line L. Therefore, extended formation is not carried out up to piston 4 peripheral face, but the ball 13 serves as a form smoothly connected to the piston criteria horizontal plane 15.

[0044] And the crevice 16 dented still more deeply than a ball 13 is formed in the range reached [from the inlet-valve lateroversion slant face 11] to the center section of the ball 13 at piston 4 crestal plane. That is, the crevice 16 is set up so that the whole may be cut lower than the piston criteria horizontal planes 14 and 15 and the deepest pars basilaris ossis occipitalis may become deep rather than the deepest pars basilaris ossis occipitalis of a ball 13 at least.

[0045] Moreover, as shown in drawing 1 , the crevice 16 is making the configuration according to the above-mentioned fuel spray F so that the fuel spray F injected near the compression top dead center may advance good towards ignition plug 7 lower part of the center of a combustion chamber. That is, while the induction 17 which serves as breadth from a fuel injection valve 10 side (inlet-valve side) at last towards a piston center-section side by the plane view which a crevice 16 shows to the inlet-valve side at drawing 3 is formed, the interior 18 of a proposal of the shape of the spherical surface which curves smoothly towards an ignition plug 7 (upper part) to the piston center-section side is formed.

[0046] if the configuration of a ball 13 and a crevice 16 and a dimension are further explained in full detail with reference to drawing 2 -- the radius of curvature r_1 of a ball 13 -- about [of the boar diameter (diameter of a piston 4) of a cylinder 3] -- it is set as one half. Moreover, it is set up so that combustion chamber height a from ball 13 pars basilaris ossis occipitalis to the PENTO roof crowning of the cylinder head 2 may become the abbreviation $1/2$ of the ball width of face b from the inlet-valve side rising wood of a ball 13 to exhaust valve side rising wood in piston 4 location of about $30 - 10$ degrees ago by whenever [crank angle] rather than the compression top dead center where ignition is performed.

[0047] Consequently, in the piston inhalation-of-air BDC (bottom dead point) location shown in drawing 5 , the tumble flow T which circles greatly using the whole combustion chamber is stabilized most, and the generation effectiveness of the tumble flow component T also improves. Moreover, tumble flow T generated in this way is saved good in drawing 1 and the compression stroke shown in 4 in the location which carried out eccentricity to the exhaust valve side.

[0048] Moreover, the shallower (small) possible one is desirable, it bounds and the to some extent deeper one of depth c of a crevice 16 is desirable in the viewpoint of the surface area/volume ratio of a combustion chamber, from a viewpoint to the ignition plug 7 direction of the fuel spray at the time of a super-low load which is raising. As a result of conducting various experiments, depth c of a crevice 16 has about $1/4$ (or the abbreviation $1/2$ for the depth from a piston maximum top face to ball 13 pars basilaris ossis occipitalis) desirable extent of combustion chamber height a.

[0049] The slant-face include angle θ of the induction 17 in a crevice 16 is set as the attachment inclination and abbreviation EQC of a fuel injection valve 10 so that the fuel spray F may be introduced and can be guided good. Moreover, the interior 18 of a proposal in a crevice 16 is formed in the shape of [which has depth c of a crevice 16, and the radius of curvature r2 of an abbreviation EQC] the spherical surface. Furthermore, the exhaust valve side edge section inside [18] a proposal is set as the piston center section used as the deepest part of a ball 13 in this example.

[0050] Next, an operation of this example is explained.

[0051] As shown in drawing 1 , the fuel spray F is injected among about 40 - 10 degrees, for example in front of a compression stroke top dead center by whenever [crank angle] at the time of an engine's pole light load. Since the crevice 16 is formed in the crowning of a piston 4 here, while it progresses to a piston 4 center-section side in the form where the induction 17 of a crevice 16 is met, without interfering with the piston 4 periphery section, the fuel spray F changes the sense smoothly to the piston upper part in the form guided inside [18] the proposal of a crevice 16, and tumble flow T which remains in the exhaust valve side of a combustion chamber forms a good combustible gas mixture in about seven ignition plug, being evaporated. Consequently, stable stratification combustion can be realized, without causing the increment in the fuel which adheres to cylinder 3 wall surface or piston 4 wall surface at the time of a pole light load.

[0052] Moreover, as shown in drawing 4 , the fuel spray F is injected among about 70 - 30 degrees, for example in front of a compression stroke top dead center by whenever [crank angle] at the time of an engine's ** and inside load. In this case, the upward part (it is a part for the point of an arrow head T at drawing 4) of tumble flow T which remains in the exhaust valve side of a combustion chamber serves as the form where it is located near the lower part of an ignition plug 7. That is, the fuel spray F serves as a upward part of tumble flow T, and a form which counters, and a good combustible gas mixture can be formed in about seven ignition plug. Consequently, good stratification combustion can be realized, without causing the increment in the fuel which adheres to cylinder 3 wall surface or piston 4 crestal plane at the time of an engine's ** and inside load.

[0053] Furthermore, as shown in drawing 5 , homogeneity combustion by which the fuel spray F forms homogeneous gaseous mixture in the whole combustion chamber by big tumble flow T which an inhalation-of-air line is injected in inside, and is generated in a cylinder 3 is performed at the time of an engine heavy load. Under the present circumstances, since the combustion spraying F which goes to an exhaust valve side is suitably deflected by tumble flow T to a piston 4 side (lower part side), adhesion on cylinder 3 wall surface of a fuel is controlled, as a result oil dilution is controlled.

[0054] Thus, according to this example, while good homogeneity combustion is realizable, in a far-reaching operating range (engine rotational speed, load region) and the field to which fuel injection is more specifically performed by whenever [crank angle] in [in front of a compression top dead center] about 70 - 10 degrees, good stratification combustion can be realized, as a result expansion of the fuel consumption improvement effect by

stratification combustion operation can be aimed at.

[0055] Moreover, while fuel adhesion on piston 4 crestal plane, cylinder 3 wall surface, etc. is controlled and performance, the exhaust air engine performance, smoked discharging efficiency, etc. improve by attaining optimization of the ball 13 of piston 4 crestal plane, the configuration of a crevice 16, a dimension, etc. as mentioned above, combustion aggravation of the homogeneity combustion in the time of engine heavy load operation is controlled especially, and improvement in an engine output can be aimed at.

[0056] Drawing 6 and 7 show the 2nd example of this invention. In addition, in the following explanation, the explanation which gives the same reference mark to the part already mentioned above, and overlaps is omitted suitably.

[0057] In this 2nd example, the steep side attachment wall 20 (drawing 6) connected smoothly is formed in the ridgeline 19 which connects the upper limb of the inlet-valve lateroversion slant face 11, and the upper limb of the exhaust valve lateroversion slant face 12 to the both ends of the direction of piston diameter line L of ball 13A. By establishing such a side attachment wall 20, as shown in drawing 7 , the fuel spray F can be confined in ball 13A still more certainly, and still better stratification combustion can be realized.

[0058] Drawing 8 shows the 3rd example of this invention. Ball 13B is formed in the spherical-surface configuration which has a core on the piston medial-axis line P in this example. In this case, since the surface area/volume ratio in a combustion chamber are reduced effectively, the homogeneity combustion especially at the time of an engine heavy load will become good, and further improvement in an engine output can be aimed at.

[0059] Drawing 9 and 10 show the modification of the crevice 16 in the 1st above-mentioned example.

[0060] In the internal combustion engine comparatively operated centering on a heavy load region, as are shown in drawing 9 , and the exhaust valve side edge section of interior of proposal 18C in a crevice 16 is biased toward a fuel injection valve 10, i.e., inlet valve, side, and is formed from the piston mid gear P of ignition plug 7 lower part, i.e., a piston medial-axis line, or it is shown in drawing 10 , the radius of curvature of interior of proposal 18E is set up more greatly than depth c (drawing 2) of the crevice 16 from ball 13 pars basilaris ossis occipitalis. Consequently, the surface area/volume ratio of the whole combustion chamber can be reduced still more effectively, and the homogeneity combustion especially in a heavy load region will become still better.

[0061] In the internal combustion engine comparatively operated centering on a light load region on the other hand As shown in drawing 9 , the exhaust valve side edge section of interior of proposal 18D in a crevice 16 [whether it is made to incline toward a fuel injection valve 10 and reverse, i.e., exhaust valve, side, and forms from the piston mid gear P of ignition plug 7 lower part, i.e., a piston medial-axis line, and] Or as shown in drawing 10 , the radius of curvature of interior of proposal 18F is set up smaller than depth c (drawing 2) of the crevice 16 from ball 13 pars basilaris ossis occipitalis. Consequently, the rate of the gaseous mixture which stops in a crevice 16 at the time of a light load can be increased, the distribution to the whole combustion chamber of gaseous mixture can be

prevented, and stratification combustion stabilized further can be realized.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The Fig. corresponding to a cross section showing the mode of the pole light load region of the internal combustion engine concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The Fig. corresponding to a cross section showing the ball of the 1st example, and the example of a configuration setting of a crevice.

[Drawing 3] The plan showing the piston crestal plane configuration of the 1st example.

[Drawing 4] The Fig. corresponding to a cross section showing the mode of the ** and inside load region of the internal combustion engine concerning the 1st example.

[Drawing 5] The Fig. corresponding to a cross section showing the mode of the heavy load region of the internal combustion engine concerning the 1st example.

[Drawing 6] The Fig. corresponding to a cross section showing the mode of the pole light load region of the internal combustion engine concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 7] The plan showing the piston crestal plane configuration of the 2nd example.

[Drawing 8] The plan showing the piston crestal plane configuration of the internal combustion engine concerning the 3rd example of this invention.

[Drawing 9] The explanatory view showing the modification of the crevice of the 1st example.

[Drawing 10] The explanatory view showing other modifications of the crevice of the 1st example.

[Description of Notations]

2 -- Cylinder head

3 -- Cylinder

4 -- Piston

5 -- Inlet valve

6 -- Exhaust valve

7 -- Ignition plug

10 -- Fuel injection valve

13, 13A, 13B -- Ball

16 -- Crevice

17 -- Induction

18, 18C-18F -- The interior of a proposal

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-130171
(P2000-130171A)

(43) 公開日 平成12年5月9日 (2000.5.9)

(51) Int.Cl.⁷
F 0 2 B 23/10

識別記号

F I
F 0 2 B 23/10

テーマコード(参考)
D 3 G 0 2 3

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-306482

(22) 出願日 平成10年10月28日 (1998.10.28)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 山口 浩一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 平谷 康治

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外3名)

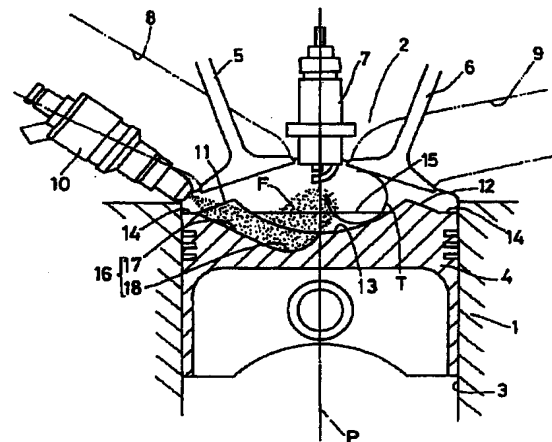
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直噴火花点火式内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 成層燃焼が行われる運転領域を拡大し、燃費の向上を図る。

【解決手段】 ピストン4冠面の中央部に、燃料噴霧軸線と略直交するピストン直径線に沿って延びる円筒面あるいは球面をなすボウル13を凹設する。圧縮上死点付近に噴射された燃料噴霧Fを点火プラグ7側へ案内するように、ピストン4冠面の吸気弁側からピストン4略中央に至る範囲に、ボウル13よりも更に深く凹んだ凹部16を形成する。



- 2...シリンダヘッド
- 3...シリンダ
- 4...ピストン
- 5...吸気弁
- 6...排気弁
- 7...点火プラグ
- 10...燃料噴射弁
- 13...ボウル
- 16...凹部
- 17...導入部
- 18...案内部

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリンダヘッドに凹設されたベントルーフ型燃焼室に 2 つの吸気弁および 2 つの排気弁を有するとともに、シリンダ略中央に点火プラグを有し、かつ、シリンダ内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁がシリンダ略中央を指向した姿勢で吸気弁側に配置され、シリンダ内にタンブル流成分を付与した状態で圧縮行程中に燃料噴射を行うことにより成層燃焼を実現する直噴火花点火式内燃機関において、

ピストン冠面の中央部に、燃料噴霧軸線と直交するピストン直径線に沿って延びる円筒面あるいは球面をなすボウルを凹設するとともに、圧縮上死点付近に噴射された燃料噴霧を点火プラグ側へ案内するように、ピストン冠面の吸気弁側からピストン中央部に至る範囲に、上記ボウルよりも更に深く凹んだ凹部を形成したことを特徴とする直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 2】 クランク角度で圧縮上死点前約 30°～10°のピストン位置におけるボウルの底部からシリンダヘッドのベントルーフ頂部までの燃焼室高さが、上記ボウルの吸気弁側上縁部から排気弁側上縁部までのボウル幅の略 1/2 となるように設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 3】 上記ボウル底部からの凹部の深さが、上記燃焼室高さの約 1/4 に設定されていることを特徴とする請求項 2 に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 4】 上記凹部の吸気弁側に、上記燃料噴射弁の取付俯角と略等しい角度で傾斜する導入部を設けたことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 5】 上記凹部内に導入された燃料噴霧が点火プラグを指向するように、上記凹部のピストン中央部側に、この凹部の底部から点火プラグへ向けて滑らかに湾曲する案内部を設けたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 6】 上記案内部は、上記ボウル底部からの凹部の深さを半径とする略球面状に形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 7】 上記案内部の排気弁側端部を、ピストン中央部よりも吸気弁側に設定したことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 8】 上記案内部の曲率半径を、上記ボウル底部からの凹部の深さよりも大きく設定したことを特徴とする請求項 5 に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 9】 上記案内部の排気弁側端部を、ピストン中央部よりも排気弁側に設定したことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項 10】 上記案内部の曲率半径を、上記ボウル底部からの凹部の深さよりも小さく設定したことを特徴とする請求項 5 に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車用 4 サイクル型ガソリンエンジンに代表される直噴火花点火式内燃機関の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、燃料噴射弁によってシリンダ内に直接燃料を噴射し、点火プラグ近傍に比較的濃い混合気を形成して成層燃焼を実現する直噴火花点火式内燃機関が知られている。

【0003】 例えば特開平 9-317479 号公報に記載された直噴火花点火式内燃機関では、シリンダ内に生成される逆向きのタンブル流と、ピストン冠面に凹設されるボウルとを利用して、点火プラグ近傍に比較的濃い混合気を形成して成層燃焼を実現するようになっている。

【0004】 また、特開平 9-144543 号公報に記載された直噴火花点火式内燃機関では、シリンダ内に生成されるタンブル流と、ピストン冠面の中心から吸気弁側に偏った形で凹設されるボウルとを利用して、成層燃焼を実現するようになっている。

【0005】 更に、特開平 10-54246 号公報に記載された直噴火花点火式内燃機関では、シリンダ内に生成されるスワール流を利用するとともに、シリンダ外周付近に噴口を臨ませた燃料噴射弁から点火プラグを指向して燃料を噴射することで、成層燃焼を実現している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の直噴火花点火式内燃機関では、限られた範囲の運転領域（機関回転速度、負荷域）においては安定した成層燃焼が実現できても、混合気制御やピストン形状等の関係で、広範囲にわたる回転速度、負荷域において成層燃焼を実現することが困難である。

【0007】 また、成層燃焼を実現する直噴火花点火式内燃機関の特有の問題点として、特に高負荷時等の均質燃焼を行う場合に、ピストン冠面やシリンダ壁面等へ燃料が付着し易いことから、燃焼性の悪化、未燃炭化水素（HC）及びスモークの発生、燃費の悪化等を招き易い。

【0008】 更に、上記の特開平 9-317479 号公報のように、逆向きのタンブル流を利用した場合、混合気が点火プラグを超えて排気弁側へ運ばれてしまい、希薄領域における成層燃焼の安定性に課題が残る。

【0009】 また、特開平 9-144543 号公報のように、ボウルが吸気弁側に偏って設けられている場合、吸気行程後期にタンブル流が安定して生成し難く、また圧縮行程中にタンブル流が保存され難いため、圧縮行程後期においては、タンブル流による混合気の点火プラグ近傍への輸送が安定的に行われず、やはり希薄領域における成層燃焼の安定性に不安が残る。

【0010】また、特開平10-54246号公報のように、スワール流を利用した場合、シリンダ外周付近に設けた燃料噴射弁から点火プラグ近傍すなわちスワール流の渦中心に混合気を到達させ、そこに安定的に留めることを、広範囲にわたる回転速度、負荷域で実現することが極めて困難である。

【0011】この理由として、高回転域では絶対空気量及び流速が増大するので、スワール成分の維持が困難であることに加え、以下の2点が挙げられる。

【0012】第1に、そもそも流速の高いスワール流外周部を強い貫徹力で乗り越え、スワールの流速が低い燃

10 焼室の中央部に到達すると急激に停滞する燃料噴霧の実現が困難である。
【0013】第2に、噴霧貫徹力が強い（噴射量が多い）高負荷時に、燃料噴霧がスワール流を乗り越えて点火プラグ近傍まで到達するように、噴射弁の諸元、噴射方向及び流動を設定した場合、噴霧貫徹力が弱い（噴射量が少ない）軽負荷時に、燃料噴霧を燃焼室中央に留めるためには流動を弱めざるを得ず、この結果、燃焼安定性が低下してしまう。

【0014】本発明は、このような従来技術の課題に鑑みてなされてものであって、広範囲にわたる機関回転速度、負荷域において、比較的濃い混合気を点火プラグ近傍に安定的に形成して良好な成層燃焼を実現し、燃費改善効果の拡大を図ることを目的としている。

【0015】また本発明は、ピストン冠面の形状、寸法等の最適化を図ることで、ピストン冠面やシリンダ壁面等への燃料付着を抑制し、もって運転性能、排気性能、スモーク排出性能等の向上を図るとともに、特に機関高負荷運転時での均質燃焼の燃焼悪化を抑制し、機関出力

30 を向上させることを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項1の発明は、シリンダヘッドに凹設されたベントルーフ型燃焼室に2つの吸気弁および2つの排気弁を有するとともに、シリンダ略中央に点火プラグを有し、かつ、シリンダ内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁がシリンダ略中央を指向した姿勢で吸気弁側に配置され、シリンダ内にタンブル流成分を付与した状態で圧縮行程中に燃料噴射を行うことにより成層燃焼を実現する直噴火花点火式内燃機関において、ピストン冠面の中央部に、燃料噴霧軸線と直交するピストン直径線に沿って延びる円筒面あるいは球面をなすボウルを凹設するとともに、圧縮上死点付近に噴射された燃料噴霧を点火プラグ側へ案内するように、ピストン冠面の吸気弁側からピストン中央部に至る範囲に、上記ボウルよりも更に深く凹んだ凹部を形成したことを特徴としている。

【0017】上記の構成により、機関の極軽負荷時には、例えばクランク角度で圧縮行程上死点前の約40～10度の間で燃料噴霧が噴射される。ここでピスト

ンの頂部に凹部が形成されているため、燃料噴霧がピストン外周部と干渉することなく凹部に案内される形で点火プラグ側へ良好に進行するとともに、燃焼室内の排気弁側に残存するタンブル流によって気化されて、点火プラグ近傍に良好な可燃混合気を形成することができる。その結果、極軽負荷時の希薄運転領域において、安定した成層燃焼を実現できる。

【0018】また、機関の軽・中負荷時には、例えばクランク角度で圧縮行程上死点前の約70～30度の間で燃料噴霧が噴射される。この場合、燃焼室の排気弁側に残存するタンブル流によって、点火プラグ近傍に良好な可燃混合気が形成され、安定した成層燃焼を実現できる。

【0019】更に、機関高負荷時には、燃料噴霧が吸気行程中に噴射され、燃焼室全体を巡回する大きなタンブル流によって、燃焼室全体に均質な混合気を形成する均質燃焼が安定して行われる。この際、排気弁側へ向かう燃焼噴霧がタンブル流によってピストン側（下方側）へ適宜に偏向されるため、燃料のシリンダ壁面への付着が効果的に抑制される。

20 【0020】このように本発明によれば、良好な均質燃焼が実現できるとともに、広範囲にわたる運転領域（機関回転速度、負荷域）、より具体的にはクランク角度で圧縮上死点前の約70～10度の範囲で燃料噴射が行われる領域において、良好な成層燃焼を実現することができる。ひいては、成層燃焼運転による燃費改善効果の拡大を図ることができる。

【0021】より具体的には請求項2の発明のように、クランク角度で圧縮上死点前約30～10度のピストン位置におけるボウルの底部からシリンダヘッドのベントルーフ頂部までの燃焼室高さが、上記ボウルの吸気弁側上縁部から排気弁側上縁部までのボウル幅の略1/2となるように設定されている。

【0022】更に好ましくは請求項3の発明のように、上記ボウル底部からの凹部の深さが、上記燃焼室高さの約1/4に設定されている。

【0023】請求項2、3の発明のように、ピストン冠面のボウル、凹部の形状、寸法を最適化することによって、ピストン冠面やシリンダ壁面等への燃料付着が抑制され、運転性能、排気性能、スモーク排出性能等の向上を図るとともに、特に機関高負荷運転時での均質燃焼の燃焼悪化を抑制し、機関出力の向上を図ることができる。

【0024】また、請求項4の発明は、上記凹部の吸気弁側に、上記燃料噴射弁の取付俯角と略等しい角度で傾斜する導入部を設けたことを特徴としている。

【0025】このような導入部を設けることにより、機関の極軽負荷時のように、圧縮上死点付近で燃料が噴射される場合においても、その燃料噴霧をピストン外周に干渉させることなくスムーズにピストン中央部側へ導入

することができる。

【0026】請求項5の発明は、上記凹部内に導入された燃料噴霧が点火プラグを指向するように、上記凹部のピストン中央部側に、この凹部の底部から点火プラグへ向けて滑らかに湾曲する案内部を設けたことを特徴としている。

【0027】このような案内部を設けることにより、凹部に導入された燃料噴霧が良好に点火プラグ側へ運ばれるようになり、更に安定した成層燃焼を実現できる。

【0028】上記案内部は、例えば請求項6の発明のように、上記ボウル底部からの凹部の深さを半径とする略球面状に形成されている。

【0029】また、請求項7の発明は、上記案内部の排気弁側端部を、ピストン中央部よりも吸気弁側に設定したことを特徴としている。

【0030】請求項8の発明は、上記案内部の曲率半径を、上記ボウル底部からの凹部の深さよりも大きく設定したことを特徴としている。

【0031】請求項7、8の発明によれば、燃焼室全体の表面積／容積比をさらに効果的に低減することができ、特に高負荷域における均質燃焼が更に良好なものとなる。

【0032】請求項9の発明は、上記案内部の排気弁側端部を、ピストン中央部よりも排気弁側に設定したことを特徴としている。

【0033】請求項10の発明は、上記案内部の曲率半径を、上記ボウル底部からの凹部の深さよりも小さく設定したことを特徴としている。

【0034】請求項9、10の発明によれば、特に軽負荷時に凹部内に留まる混合気の割合を増大させて、混合気の燃焼室全体への分散を抑制することができ、更に安定した成層燃焼を実現することができる。

【0035】

【発明の効果】このように本発明によれば、ピストン冠面に設けられた凹部によって、例えばクランク角度で圧縮上死点前約40～10度において燃料噴射が行われる場合においても、燃料噴霧がピストン外周に干渉することなく点火プラグ近傍へ安定的に供給される。従って、広範囲にわたる機関回転速度、負荷域において、比較的濃い混合気を点火プラグ近傍に安定的に形成して良好な成層燃焼を実現でき、燃費改善効果の拡大を図ることができる。

【0036】また、ピストン冠面に形成されるボウルや凹部の形状、寸法を最適化することで、ピストン冠面やシリンダ壁面等へ付着する燃料を抑制し、もって運転性能、排気性能、スモーク排出性能等の向上を図るとともに、特に機関高負荷運転時での均質燃焼の燃焼悪化を抑制し、機関出力の向上を図ることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】次に、本発明を火花点火式内燃機

関である4サイクル型の自動車用ガソリンエンジンに適用した実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0038】図1～5は、この発明に係る筒内噴射式火花点火式内燃機関の第1実施例を示している。シリンダブロック1には、複数のシリンダ3が直列に配置されており、その上面を覆うように、シリンダヘッド2が固定されている。シリンダ3内にはピストン4が摺動可能に嵌合している。また、シリンダ3内の燃焼室に臨んだシリンダヘッド2の下面は、いわゆるベントルーフ型に構成されており、その一方の傾斜面に一对の吸気弁5が、他方の傾斜面に一对の排気弁6がそれぞれ配置されている。そして、これらの一对の吸気弁5および一对の排気弁6によって囲まれたシリンダ3の略中心位置に、点火プラグ7が配置されている。

【0039】なお、図1の符号Pは、ピストン4（及びシリンダ3）の中心軸線を示しており、このピストン中心軸線Pのほぼ線上に点火プラグ7が配置されている。また、図3の符号Lは、燃料噴霧軸線に直交するピストン直径線、言い換えると気筒列方向に沿ったエンジンセンターラインを示しており、このピストン直径線Lに沿って、一对の吸気弁5が並んでおり、同様に一对の排気弁6が並んでいる。

【0040】また、シリンダヘッド2には、各吸気弁5に対応する一对の吸気ポート8が互いに独立して形成されているとともに、各排気弁6に対応して一对の排気ポート9が形成されている。吸気ポート8は、図5において時計回りの方向のタンブル流Tを燃焼室内に生成するように設定されている。

【0041】略円筒状をなす電磁式燃料噴射弁10は、吸気弁5側のシリンダ3側壁寄りのシリンダヘッド2下面部に配置されており、その中心軸が斜め下方へ向かった姿勢で取り付けられている。特に、燃料噴射弁10は、2つの吸気弁5間に配置されている。

【0042】ピストン4の冠面には、吸気弁5側へ向かう傾斜面11と、排気弁6側へ向かう傾斜面12とが形成されるとともに、ピストン4冠面の大部分を占める大きなボウル13が凹設されている。このボウル13は、ピストン直径線Lに沿う軸心を持つ滑らかな円筒曲面をなし、ピストン直径線Lに沿って延長形成されている。

【0043】なお、図3に示すように、ピストン4冠面の外周部には、吸、排気弁側の両端にピストン基準水平面14が形成されるとともに、ピストン直径線L方向の両端にピストン基準水平面15が形成されている。従って、ボウル13は、ピストン4外周面まで延長形成されておらず、ピストン基準水平面15に滑らかに接続される形となっている。

【0044】そして、ピストン4冠面には、その吸気弁側傾斜面11からボウル13の中央部へ至る範囲に、ボウル13よりも更に深く凹んだ凹部16が形成されてい

る。すなわち凹部16は、その全体がピストン基準水平面14、15よりも低く凹設され、かつ、その最深底部が少なくともボウル13の最深底部よりも深くなるように設定されている。

【0045】また、凹部16は、図1に示すように、圧縮上死点付近で噴射された燃料噴霧Fが燃焼室中央の点火プラグ7下方へ向けて良好に進行するように、上記の燃料噴霧Fに応じた形状をなしている。すなわち凹部16は、その吸気弁側に、図3に示す平面視で燃料噴射弁10側（吸気弁側）からピストン中央部側へ向けて末広がりとなる導入部17が設けられているとともに、そのピストン中央部側に、点火プラグ7（上方）へ向けて滑らかに湾曲する球面状の案内部18が設けられている。

【0046】図2を参照してボウル13及び凹部16の形状、寸法を更に詳述すると、ボウル13の曲率半径 r_1 は、シリンダ3のボア直径（ピストン4の直径）のほぼ1/2に設定されている。また、点火が行われる圧縮上死点よりもクランク角度で約30〜10度前のピストン4位置において、ボウル13底部からシリンダヘッド2のベントルーフ頂部までの燃焼室高さaが、ボウル13の吸気弁側上縁部から排気弁側上縁部までのボウル幅bの約1/2となるように設定されている。

【0047】この結果、図5に示すピストン吸気BDC（下死点）位置において、燃焼室全体を使って大きく旋回するタンブル流動Tが最も安定し、かつ、タンブル流成分Tの生成効率も向上する。また、このように生成されたタンブル流Tが、図1、4に示す圧縮行程中に、排気弁側に偏心した位置で良好に保存される。

【0048】また、凹部16の深さcは、燃焼室の表面積／容積比の観点ではできるだけ浅い（小さい）方が好ましく、極低負荷時における燃料噴霧の点火プラグ7方向への跳ね上げの観点からは、ある程度深い方が好ましい。各種実験を行った結果、凹部16の深さcは、燃焼室高さaの約1/4（又はピストン最上面からボウル13底部までの深さの略1/2）程度が好ましい。

【0049】凹部16における導入部17の斜面角度 θ は、燃料噴霧Fを良好に導入、案内し得るように、燃料噴射弁10の取付俯角と略同等に設定されている。また、凹部16における案内部18は、凹部16の深さcと略同等の曲率半径 r_2 を有する球面状に形成されている。更に、案内部18の排気弁側端部は、この実施例では、ボウル13の最深部となるピストン中央部に設定されている。

【0050】次に、本実施例の作用を説明する。

【0051】図1に示すように、機関の極軽負荷時には、例えばクランク角度で圧縮行程上死点前約40〜10度の間で燃料噴霧Fが噴射される。ここでピストン4の頂部に凹部16が形成されているため、燃料噴霧Fは、ピストン4外周部と干渉することなく、凹部16の導入部17に沿う形でピストン4中央部側へ進むと

もに、凹部16の案内部18に案内される形でピストン上方へスムーズに向きを変え、燃焼室内の排気弁側に残存するタンブル流Tによって気化されつつ、点火プラグ7近傍に良好な可燃混合気を形成する。その結果、極軽負荷時において、シリンダ3壁面やピストン4壁面に付着する燃料の増加を招くことなく、安定した成層燃焼を実現できる。

【0052】また、図4に示すように、機関の軽・中負荷時には、例えばクランク角度で圧縮行程上死点前約70〜30度の間で燃料噴霧Fが噴射される。この場合、燃焼室の排気弁側に残存するタンブル流Tの上向き部分（図4で矢印Tの先端部分）が、点火プラグ7の下方付近に位置する形となる。すなわち、燃料噴霧Fがタンブル流Tの上向き部分と対向する形となり、点火プラグ7近傍に良好な可燃混合気を形成することができる。この結果、機関の軽・中負荷時において、シリンダ3壁面やピストン4冠面に付着する燃料の増加を招くことなく、良好な成層燃焼を実現できる。

【0053】更に、図5に示すように、機関高負荷時には、燃料噴霧Fが吸気行程中に噴射され、シリンダ3内に生成される大きなタンブル流Tによって、燃焼室全体に均質な混合気を形成する均質燃焼が行われる。この際、排気弁側へ向かう燃焼噴霧Fがタンブル流Tによってピストン4側（下方側）へ適宜に偏向されるため、燃料のシリンダ3壁面への付着が抑制され、ひいてはオイル希釈が抑制される。

【0054】このように本実施例によれば、良好な均質燃焼が実現できるとともに、広範囲にわたる運転領域（機関回転速度、負荷域）、より具体的にはクランク角度で圧縮上死点前の約70〜10度の範囲で燃料噴射が行われる領域において、良好な成層燃焼を実現することができ、ひいては成層燃焼運転による燃費改善効果の拡大を図ることができる。

【0055】また上述したようにピストン4冠面のボウル13、凹部16の形状、寸法等の最適化を図ることによって、ピストン4冠面やシリンダ3壁面等への燃料付着が抑制され、運転性能、排気性能、スモーク排出性能等が向上するとともに、特に機関高負荷運転時での均質燃焼の燃焼悪化が抑制され、機関出力の向上を図ることができる。

【0056】図6、7は、本発明の第2実施例を示す。なお、以下の説明において、既に上述した部分には同一参照符号を付して重複する説明を適宜省略する。

【0057】この第2実施例では、ボウル13Aのピストン直径線L方向の両端部に、吸気弁側傾斜面11の上縁と排気弁側傾斜面12の上縁とを接続する稜線19へ滑らかに接続する急峻な側壁20（図6）が設けられている。このような側壁20を設けることで、図7に示すように、燃料噴霧Fを更に確実にボウル13A内に封じ込めることができ、更に良好な成層燃焼を実現すること

ができる。

【0058】図8は、本発明の第3実施例を示している。この実施例では、ボウル13Bを、ピストン中心軸線P上に中心を持つ球面形状に形成している。この場合、燃焼室における表面積／容積比が効果的に低減されるため、特に機関高負荷時における均質燃焼が良好なものとなり、機関出力の更なる向上を図ることができる。

【0059】図9、10は、上記の第1実施例における凹部16の変形例を示している。

【0060】比較的高負荷域を中心に運転される内燃機関においては、図9に示すように凹部16における案内部18Cの排気弁側端部を、点火プラグ7下方のピストン中央位置、すなわちピストン中心軸線Pよりも燃料噴射弁10側すなわち吸気弁側に偏らせて形成するか、あるいは図10に示すように案内部18Eの曲率半径を、ボウル13底部からの凹部16の深さc（図2）よりも大きく設定する。この結果、燃焼室全体の表面積／容積比をさらに効果的に低減することができ、特に高負荷域における均質燃焼が更に良好なものとなる。

【0061】一方、比較的軽負荷域を中心に運転される内燃機関においては、図9に示すように凹部16における案内部18Dの排気弁側端部を、点火プラグ7下方のピストン中央位置、すなわちピストン中心軸線Pよりも燃料噴射弁10と逆側すなわち排気弁側に偏らせて形成するか、あるいは図10に示すように案内部18Fの曲率半径を、ボウル13底部からの凹部16の深さc（図2）よりも小さく設定する。この結果、軽負荷時に凹部16内に留まる混合気の割合を増大させて、混合気の燃焼室全体への分散を防ぎ、更に安定した成層燃焼を実現することができる。

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る内燃機関の極軽負荷域の態様を示す断面对応図。

【図2】第1実施例のボウル及び凹部の形状設定例を示す断面对応図。

【図3】第1実施例のピストン冠面形状を示す上面図。

【図4】第1実施例に係る内燃機関の軽・中負荷域の態様を示す断面对応図。

【図5】第1実施例に係る内燃機関の高負荷域の態様を示す断面对応図。

【図6】本発明の第2実施例に係る内燃機関の極軽負荷域の態様を示す断面对応図。

【図7】第2実施例のピストン冠面形状を示す上面図。

【図8】本発明の第3実施例に係る内燃機関のピストン冠面形状を示す上面図。

【図9】第1実施例の凹部の変形例を示す説明図。

【図10】第1実施例の凹部の他の変形例を示す説明図。

【符号の説明】

2…シリンダヘッド

3…シリンダ

4…ピストン

5…吸気弁

6…排気弁

7…点火プラグ

10…燃料噴射弁

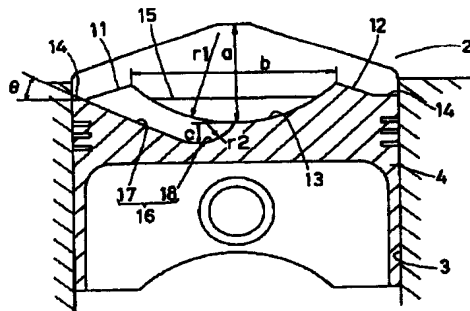
13, 13A, 13B…ボウル

16…凹部

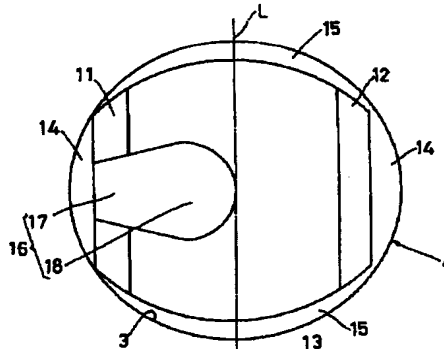
17…導入部

*30 18, 18C～18F…案内部

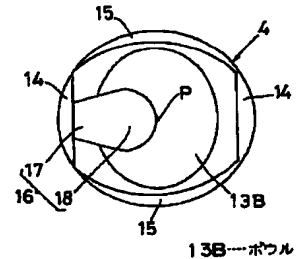
【図2】



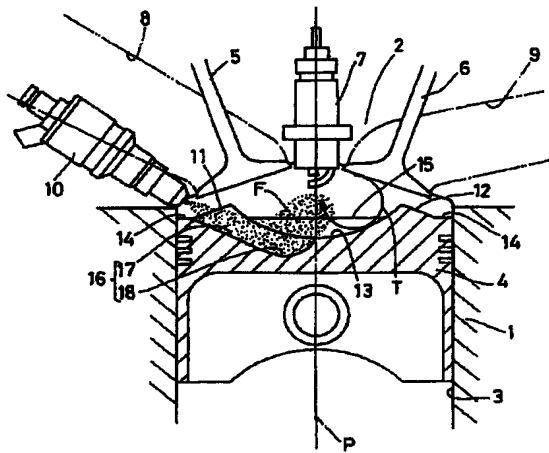
【図3】



【図8】

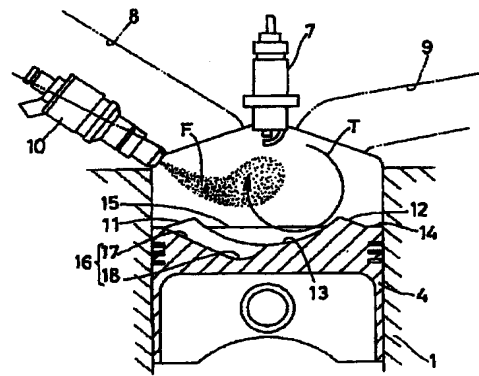


【図1】

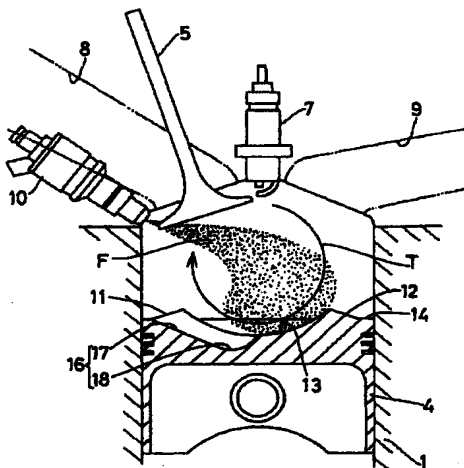


- 2...シリンダヘッド
- 3...シリンダ
- 4...ピストン
- 5...吸気弁
- 6...排気弁
- 7...点火プラグ
- 10...燃料噴射弁
- 13...ボウル
- 16...凹部
- 17...導入部
- 18...案内部

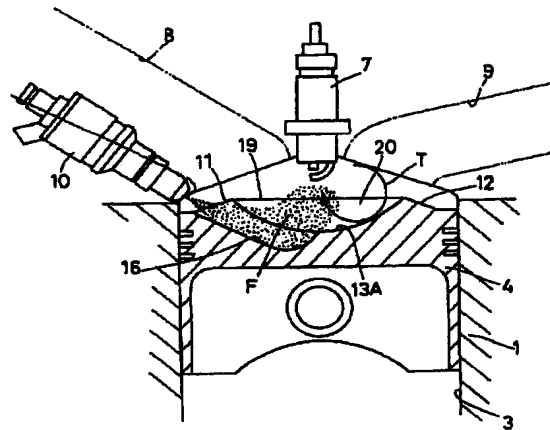
【図4】



【図5】

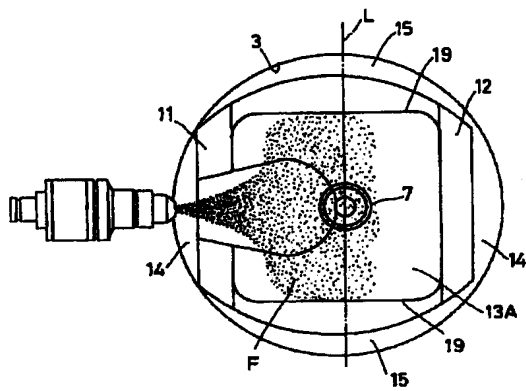


【図6】

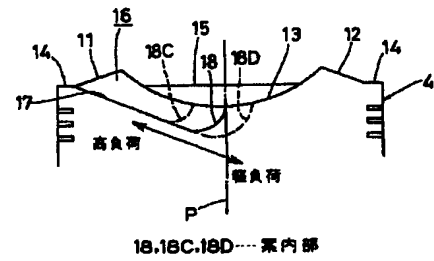


- 13A...ボウル
- 20...側壁

【図7】

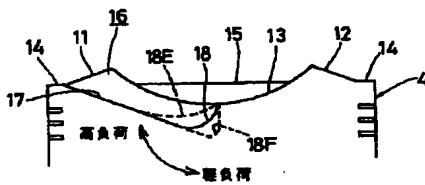


【図9】



18, 18C, 18D...素内部

【図10】



18, 18E, 18F...素内部

フロントページの続き

(72)発明者 飯山 明裕
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G023 AA02 AA04 AA18 AB03 AC05
 AD02 AD03 AD09 AD12 AD14
 AF01 AG01